

# Leitlinie

zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von

# Sojabohnen



## **Impressum**

Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft  
Naumburger Str. 98, 07743 Jena  
Tel.: 03641 683-0, Fax: 03641 683-390  
Mail: pressestelle@tll.thueringen.de

**Autoren:** **Dr. Tina Baumgärtel**  
**Sabine Wölfel**  
**Dr. Wilfried Zorn**  
**Dr. Joachim Degner**  
**Reinhard Götz**

Foto auf Titelseite: T. Baumgärtel

August 2014

1. Auflage 2014

### **Copyright:**

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen und der foto-mechanischen Wiedergabe sind dem Herausgeber vorbehalten.

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Marktsituation.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Standortanforderungen.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Produktionstechnik .....</b>	<b>5</b>
3.1	Fruchtfolge.....	5
3.2	Sortenwahl .....	5
3.3	Düngung .....	6
3.4	Aussaat.....	8
3.5	Bewässerung .....	9
3.6	Mechanische Pflege .....	9
3.7	Pflanzenschutz.....	10
3.7.1	Unkrautbekämpfung .....	10
3.7.2	Bekämpfung von Pilzkrankheiten .....	11
3.7.3	Bekämpfung tierischer Schaderreger .....	11
3.8	Ernte.....	12
3.9	Nachbehandlung, Aufbereitung und Vermarktung des Erntegutes .....	12
3.9.1	Lebensmittel.....	12
3.9.2	Futtermittel .....	12
<b>4</b>	<b>Verfahrensbewertung .....</b>	<b>14</b>
4.1	Verfahrensökonomie .....	14

## 1 Marktsituation

In den wärmeren Regionen Süddeutschlands wurden 2013 auf rund 6 500 ha Sojabohnen angebaut. Obwohl der Anbau in Thüringen derzeit lediglich eine Nische darstellt, ist in den Gunstlagen, insbesondere im Thüringer Becken, seit einigen Jahren eine Ausdehnung zu beobachten. Lag die Anbaufläche 2009 noch bei 20 ha, so erhöhte sich der Anbauumfang 2013 auf knapp 350 ha. Der Sojaanbau in Thüringen ist, wie auch der Anbau anderer Körnerleguminosen, von Ertragsschwankungen gekennzeichnet und birgt nach wie vor ein Risiko.

Sojabohnen bieten vielfältige Einsatzmöglichkeiten in der Futter- und Lebensmittelindustrie. Die Nachfrage nach einheimischen Bohnen ist aufgrund ihrer GVO-Freiheit stetig steigend. Allerdings gestaltet sich die Vermarktung problematisch, da in Thüringen derzeit kaum Absatzwege etabliert sind und kleine Chargen beim Handel nur sehr wenig Akzeptanz finden. Die Gewinnung von Sojaöl mittels des für Rapssaat genutzten Kaltpressverfahrens ist schwierig, da die Ölausbeuten nur gering ausfallen und der Verschleiß an den Pressen hoch ist. Hinzu kommt, dass es für die geringen Mengen an Sojaöl ebenfalls kaum lukrative Absatzmöglichkeiten gibt, so dass anfallendes Sojaöl meist Eingang in den Futtermittelsektor findet. Der verbleibende Pressrückstand (Sojapresskuchen) stellt, wie auch Rapspresskuchen, ein wertvolles Futtermittel mit hohem Protein- und Energiegehalt dar.

Mit dem Anbau von Sojabohnen besteht die Möglichkeit zur Eigenversorgung mit GVO-freien Sojaprodukten in der Fütterung und dem (zumindest teilweisen) Ersatz von importiertem Sojaextraktionschrot. Ausgestattet mit einem hohen Gehalt an Protein und Energie sowie einem wertvollen Aminosäurenmuster kann die Sojabohne sowohl für Wiederkäuer als auch für Schweine und Geflügel als hochwertiges Futtermittel eingeschätzt werden. Der Einsatz bei den beiden letztgenannten Tierarten erfordert jedoch eine thermische Aufbereitung. Geeignete Aufbereitungsmöglichkeiten fehlen momentan im Thüringer Raum bzw. befinden sich gerade im Aufbau.

Welche Entwicklung der Sojaanbau in Thüringen nehmen wird, bleibt abzuwarten. Sie hängt nicht zuletzt von der Entwicklung möglicher Absatzwege sowie den individuellen Erfahrungen eines jeden Landwirtes ab. Im Rahmen eines bundesweiten Projektes wird derzeit versucht, den Anbau und die Verarbeitung von Sojabohnen auszudehnen und zu verbessern. Auch Thüringen ist mit vier Demonstrationsbetrieben beteiligt.

## 2 Standortanforderungen

Die Sojabohne, eine wärmeliebende Kurztagspflanze, gedeiht am besten auf leicht erwärmbaren Böden. Flächen mit Kaltluftsenken sollten ausgeschlossen werden. Das ist vor allem deshalb von hoher Bedeutung, weil Sojabohnen bereits auf Temperaturen von unter 8 °C mit dem Abwurf von Blüten reagieren.

Wegen des hohen Wasserbedarfs in der generativen Entwicklung (Blüte bis Kornfüllung) sind ausreichende Sommerniederschläge erforderlich und wasserspeicherfähige Böden von Vorteil.

Der begrenzende Faktor für den Sojaanbau in Thüringen ist die Temperatur. Sojabohnen sind weniger spätfrostempfindlich als Mais. Fehlende Wärmesummen während der Vegetation, führen dazu, dass sich die Reife verzögert und die Ernte in den meist feuchten Herbst gerät.

Ähnlich dem Mais hat die Sojabohne eine langsame Jugendentwicklung und damit keine Konkurrenzkraft gegen Unkräuter. Deshalb und wegen geringer Möglichkeiten der chemischen Bekämpfung scheiden stark verunkrautete Flächen aus. Den größten Schaden in Sojabohnen richten der Schwarze Nachtschatten (Verunreinigung des Erntegutes und Verkleben des Mähdeschers durch die reifen Beeren), der Weiße Gänsefuß (Konkurrenz um Nährstoffe und Wasser) und der Windenknöterich (Verwicklung um die Haspel) an.

Der für Sojabohnen optimale pH-Wert liegt mit 6,5 bis 7 im schwach sauren Bereich.

## Ökologische Bewertung

Der Anbau von Sojabohnen ermöglicht, ähnlich Körnerfuttererbsen und Ackerbohnen, die Auflockerung getreideintensiver Fruchtfolgen. Zu den positiven Vorfruchteigenschaften der Körnerleguminosen zählen:

- phytosanitäre Wirkung durch Unterbrechung der Infektionszyklen bodenbürtiger Krankheitserreger, dies ermöglicht einen verringerten Pflanzenschutzmitteleinsatz bei der Nachfrucht (vorzugsweise Winterweizen);
- Hinterlassen einer guten Bodengare, die Saatbettbereitung für die Nachfrucht kann pfluglos erfolgen;
- Bindung von Luftstickstoff mit Hilfe von Knöllchenbakterien (*Bradyrhizobium japonicum*) und
- Ernterückstände, einschließlich der Wurzelknöllchen, stellen eine kontinuierlich fließende N-Quelle für die Nachfrucht dar, so dass weniger mineralischer Stickstoff erforderlich ist.

Sojabohnen selbst verlangen nur ein sehr niedriges Intensitätsniveau:

- keine mineralische N-Düngung
- Herbizideinsatz wegen der geringen Konkurrenzkraft in der Jugendentwicklung
- kein Fungizideinsatz
- Insektizideinsatz nur im Ausnahmefall
- Sikkation ist nicht möglich

## 3 Produktionstechnik

### 3.1 Fruchtfolge

Als Stickstoff sammelnde Pflanze mit einem gut entwickelten Wurzelsystem und wegen der guten Bodenbeschattung im Hochsommer stellt die Sojabohne ein wertvolles Glied in der Fruchtfolge dar. Als Nachfrucht bietet sich Wintergetreide an. Wegen der teils späten Reife der Sojabohnen unter den Thüringer Bedingungen kommt häufig nur Winterweizen in Frage.

Im Vergleich zu anderen Leguminosen sind Sojabohnen begrenzt selbstverträglich. Somit wäre ein Nachbau möglich, um die Besiedelung der Böden mit den bei uns nicht heimischen Rhizobien zu verbessern.

Zur Vermeidung von Fruchtfolgekrankheiten wie Sclerotinia und Rhizoctonia ist zum Beispiel zu Raps und Sonnenblumen eine Anbaupause von vier Jahren einzuhalten.

Als Vorfrüchte eignen sich alle Wintergetreidearten.

### 3.2 Sortenwahl

Die Sortenwahl spielt bei der Sojabohne eine ganz besondere Rolle. Da in Deutschland keine Sojazüchtung betrieben wird, kommen die Sorten überwiegend aus Österreich, der Schweiz oder Kanada. Dort werden sie auch in Reifegruppen eingeteilt, „00“ bedeutet früh, „000“ bedeutet sehr früh. Oft zeigte sich in Versuchen, dass die Sorten in punkto Reifezeit unter unseren Klima- und Bodenbedingungen anders reagieren als in ihren Herkunftsländern.

Aus den länderübergreifenden Landessortenversuchen werden Sortenempfehlungen für Mitteldeutschland abgeleitet, die im jährlich erscheinenden Versuchsbericht ([www.tll/ainfo](http://www.tll/ainfo)) veröffentlicht werden. Informationen zum Sojaanbau gibt es auch auf Felddagen.

Für den Anbau in Thüringen wurden zur Aussaat 2014 folgende Sorten (Reifegruppe 000) empfohlen:

**Merlin** war in den Versuchen in der Reife immer die früheste Sorte und erzielte in den Jahren 2011 bis 2013 hohe Kornerträge. Der Rohproteingehalt liegt etwa im Sortenmittel, der Ölgehalt eher



darüber. Von den geprüften Sorten besitzt sie die geringste Tausendkornmasse (TKM). Merlin hat eine mittlere Pflanzenlänge und eine gute Standfestigkeit. Korn und Stroh reifen sehr gleichmäßig ab.

**Lissabon** konnte in den letzten drei Prüffahren durch hohe Erträge überzeugen. In der TKM erreichte die etwas kürzere, standfeste Sorte geringe Werte. Sie zeigte eine recht gleichmäßige Abreife von Korn und Stroh und reifte etwa 6 Tage später als Merlin. Lissabon erreichte mittlere Rohprotein- und Ölgehalte.

**Aligator** erzielte hohe bis mittlere Kornerträge bei mittlerer TKM und guter Standfestigkeit. Der Rohproteingehalt liegt knapp unter dem Sortimentsmittel. Die Sorte reifte etwa 8 Tage später als Merlin.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über durchschnittliche Erträge sowie Rohprotein- und Rohfettgehalte der empfohlenen Sorten.

**Tabelle 1:** Ertragsmerkmale der Empfehlungssorten aus Sortenversuchen Mitteldeutschlands (Mittelwerte von 6 Standorten)

	Ertrag bei 86 % TM (dt/ha)			Rohproteingehalt (% der TM)			Rohfettgehalt (% der TM)		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Aligator	27,6	34,2	29,8	39,1	39,5	40,2	21,4	21,1	20,1
Lissabon	25,3	33,0	28,9*	38,8	38,5	39,5*	21,0	20,4	19,8*
Merlin	24,1	32,9	30,9	38,9	38,1	41,0	21,5	21,8	20,0

\* auf 5 Standorten geprüft

### 3.3 Düngung

Eine Voraussetzung für hohe Erträge ist insbesondere die optimale Versorgung der Pflanzen mit Makronährstoffen (N, P, K, Mg, S). Gleichmaßen kommt dem Kalkversorgungszustand des Bodens sowie der ausreichenden Mikronährstoffversorgung (B, Cu, Mn, Mo, Zn) der Pflanzen Bedeutung zu.

Die Ermittlung des Nährstoffbedarfs erfolgt im konkreten Fall für einen bestimmten Ertrag auf der Basis verschiedener Standort- bzw. Einflussfaktoren und im Besonderen auf der Grundlage der Bodenuntersuchungsergebnisse. Hierfür stehen die in der TLL vorhandenen Düngeempfehlungsprogramme zur Verfügung.

Das Prinzip der Grunddüngung besteht mittelfristig im Ersatz des Nährstoffentzuges bzw. der Nährstoffabfuhr mit dem Erntegut vom Feld (Tab. 2) bei einem anzustrebenden optimalen Niveau des Nährstoffversorgungszustandes des Bodens (Gehaltsklasse C für P, K, Mg und pH-Klasse C für den pH-Wert). Bei Vorliegen von Nährstoffgehaltsklassen A und B werden Zuschläge zur Düngung nach Pflanzenentzug gegeben. Im Falle von Gehaltsklasse D kann die Düngung unterhalb des Entzuges liegen bzw. durchaus unterbleiben, wie für Gehaltsklasse E ohnehin empfohlen.

Zur Düngerkostenkalkulation wird unter Annahme eines bestimmten Ertrages der Nährstoffentzug/Nährstoffbedarf (Tab. 2) errechnet, der eine finanzielle Bewertung mit mittleren marktüblichen Mineraldüngerpreisen findet. N-Zufuhr durch Niederschläge bleibt ebenso wie N-Verlust durch Denitrifikation unberücksichtigt.

**Tabelle 2:** Nährstoffentzug des Erntegutes/ vorläufige TLL-Richtwerte (kg/dt Frischmasse, d. h. bei 86 % TS)

Nährstoff	Korn	Stroh	Korn und Stroh <sup>1)</sup>
N 38 % Rohprotein <sup>2)</sup>	5,0	1,50	6,50
P/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,65 / 1,50	0,55 / 1,30	1,20 / 2,80
K/K <sub>2</sub> O	1,4 / 1,7	3,3 / 4,0	4,7 / 5,7
Mg/MgO	0,30 / 0,5	0,7 / 1,2	1,0 / 1,70

<sup>1)</sup> Nährstoffentzug durch Korn und Stroh je dt Korn; unterstelltes Masseverhältnis von Korn : Stroh = 1 : 1

<sup>2)</sup> Gehalt in der Korn-Trockenmasse

### Mittlere Düngerkosten:

Stickstoff	je kg N	= 0,85 €	
Phosphor	je kg P	= 1,40 €	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,62 €)
Kalium	je kg K	= 0,70 €	(K <sub>2</sub> O = 0,58 €)
Magnesium	je kg Mg	= 0,70 €	(MgO = 0,42 €)
Kalk	je kg Ca	= 0,05 €	(CaO = 0,04 €)
Schwefel	je kg S	= 0,35 €	

Grundlagen zur feldstück-/schlagbezogenen Düngebedarfsermittlung sind die computergestützten Düngungsempfehlungen der TLL:

- Stickstoff-Bedarfs-Analyse (SBA) auf der Basis gemessener N<sub>min</sub>-Werte des Bodens in 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm Tiefe;
- Schwefelbedarfsanalyse auf der Basis gemessener S<sub>min</sub>-Werte des Bodens in 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm Tiefe;
- Grunddüngungsempfehlungen (P, K, Mg, Kalk) auf der Basis der Bodenuntersuchung (Ackerland 0 bis 20 cm Tiefe) sowie
- Kontrolle des Ernährungszustandes der Pflanzen (Komplexe Pflanzenanalyse) durch Laboruntersuchung.

Boden- und Pflanzenuntersuchungen können in allen zugelassenen Laboratorien Thüringens durchgeführt werden.

### **Hinweise zur praktischen Düngung**

#### *Kalk- und Grunddüngung*

Soja bevorzugt Böden mit optimalem pH-Wert. Bei Kalkbedarf sollte eine Kalkdüngung möglichst nach Ernte der Vorfrucht ausgebracht werden. Eine erforderliche P- und K-Düngung erfolgt optimal vor der Aussaat der Sojabohnen und muss in den Boden eingearbeitet werden.

#### *N-Düngung*

Für eine mineralische N-Düngung zu Soja liegt aufgrund der symbiotischen N-Bindung keine Notwendigkeit vor. Zur Absicherung der Ausbildung effektiver Wurzelknöllchen ist eine Impfung mit Knöllchenbakterien (Rhizobien) erforderlich.

#### *S-Düngung*

Zunehmende Beachtung, vor allem auf den leichten sandigen aber auch auf mittleren (flachgründigen) Standorten, erfordert die S-Versorgung. Zur Bemessung der S-Düngung wird bevorzugt die Untersuchung des Bodens im Frühjahr (S<sub>min</sub>-Gehalt) empfohlen. Möglich ist auch die Durchführung

der Pflanzenanalyse vom schossenden Pflanzenbestand zur Ermittlung des S-Düngebedarfes. Die Pflanzen nehmen Schwefel vorwiegend in Sulfatform ( $\text{SO}_4$ ) auf. Vorteil einer Bodenanalyse zu Vegetationsbeginn ist die frühzeitige Ermittlung der notwendigen S-Düngermenge, die durch Verwendung S-haltiger Dünger ausgebracht werden kann. Nach dem S-Düngeberatungsprogramm der TLL ergibt sich für Körnerleguminosen ein S-Düngebedarf von 20 kg S/ha bei  $S_{\min}$ -Gehalten  $< 30$  kg  $S_{\min}$ /ha (0 bis 30 und 30 bis 60 cm Tiefe). Bei insgesamt ausreichender S-Versorgung ist durch zusätzliche S-Düngung keine Erhöhung von Ertrag und Kornqualität zu erwarten.

#### *Mikronährstoffdüngung*

Soja weist einen hohen Bor- und Mangan- sowie mittleren Molybdänbedarf auf. Eine Düngung dieser Mikronährstoffe sollte nur auf der Basis vorangegangener Bodenuntersuchung bzw. Pflanzenanalyse bei Unterschreitung der entsprechenden Richtwerte erfolgen. Kupfer- und Zinkdüngung ist aufgrund des niedrigen Bedarfes der Sojabohne zumeist nicht lohnend.

#### *Organische Düngung*

Organische Düngung kommt zu Soja nicht in Betracht.

### **3.4 Aussaat**

Die optimale Keimtemperatur liegt bei ca. 10 °C. Deshalb ist eine Aussaat frühestens ab Mitte April möglich. Kühle Lufttemperaturen sind kein Hindernis, da die Sojabohnen in den frühen Entwicklungsstadien deutlich niedrigere Temperaturen tolerieren als Mais (bis -3 °C). Spätestens in den ersten Maitagen muss die Aussaat erfolgt sein, da sonst im Herbst keine sichere Abreife mehr gewährleistet ist. Vom Tag der Aussaat bis zum Tag der Reife benötigen sehr frühe Sorten unter unseren Bedingungen etwa 150 Tage. Die Saatstärke beträgt unter den mitteldeutschen Bedingungen 70 keimfähige Körner pro  $\text{m}^2$ , um einen Feldbestand von 60 Pflanzen/ $\text{m}^2$  zu etablieren. Einzelkornsaat ist von Vorteil, da die exakt in gleichem Abstand und gleicher Tiefe abgelegten Samen gleichmäßig aufgehen. Danach können sich die Jungpflanzen gut entwickeln. Bei der Normalsaat kommt es häufig zu Mehrfachbelegungen, die dazu führen, dass sich mehrere Pflanzen Standraum, Nährstoff- und Wasserversorgung teilen müssen. Die Folge sind die ungleiche Höhe des untersten Hülseinsatzes und unruhigere Bestände als bei Einzelkornsaat.

Der Reihenabstand ist an die vorhandene Technik und das geplante Anbauverfahren anzupassen. Grundsätzlich sind Reihenabstände zwischen 12,50 und 50 cm möglich. Die engeren Reihenweiten sind für den konventionellen Anbau mit Herbizideinsatz möglich. Ökologisch wirtschaftende Betriebe müssen weitere Reihenweiten wählen, um zur Unkrautregulierung Hacktechnik einsetzen zu können.

Die Saattiefe variiert je nach Boden- und Witterungsbedingungen zwischen 2 (frühe Aussaat, kalte Böden) und 4 cm (späte Aussaat, warme Böden).

Der Aufgang der Sojabohnen kann durch Vögel und Schnecken, die weitere Entwicklung durch Hasen und Rehe beeinträchtigt werden.

- **Saatbettbereitung**

Die Saatterebereitung muss auf gut abgetrockneten Böden mit wenigen Arbeitsgängen erfolgen, um Verdichtungen zu vermeiden, auf die Sojapflanzen sehr empfindlich reagieren.

Der Ansatz der untersten Hülse ist bei Sojabohnen ca. 15 cm über der Bodenoberfläche. Das bedeutet, dass das Schneidwerk beim Drusch sehr tief abgesenkt werden muss, um die Verluste gering zu halten. Daraus folgt, dass das Saatterbett feinkrümelig sein muss und dass Standorte mit frei aufliegenden Steinen ausscheiden.

Bei unebenen Böden kann sich das Walzen des Saatterbets als günstig erweisen. Es ist zu bedenken, dass gewalzte Böden bei Starkniederschlägen leichter verschlämmen und später verkrusten.



- **Saatgutqualität**  
Keimfähigkeit und Triebkraft der Sojasamen verringern sich von Jahr zu Jahr (deshalb nur Saatgut aus dem Vorjahr verwenden). Es ist sinnvoll, vor der Aussaat eine eigene Keimprobe anzusetzen.
- **Beimpfung**  
Als Leguminose ist die Sojabohne in der Lage, mit Hilfe der Knöllchenbakterien (*Bradyrhizobium japonicum*) Luftstickstoff zu nutzen. Diese Art gibt es in den heimischen Böden nicht. Daher ist Beimpfung des Saatgutes mit einem entsprechenden Rhizobien-Präparat erforderlich.  
Zur Verfügung stehen Impfmittel auf Torfbasis (HiStick, Force 48) und ein flüssiges Produkt (RhizoFlo). Sie enthalten lebende Bakterien und sind deshalb kühl zu lagern.  
Kurz vor der Saat wird das Saatgut nach Gebrauchsanleitung mit dem Impfmittel und gegebenenfalls etwas Wasser sorgfältig vermischt. Anschließend zügig aussäen und vermeiden, dass sich das Saatgut in der Drillmaschine erhitzt!  
Einige Sorten können bereits vorbeimpft vom Saatguthandel bezogen werden. Bei Erstanbau reicht das für eine ertragsrelevante Knöllchenbildung nicht aus. Es wird dringend zusätzlich eine frische Saatgutimpfung empfohlen!  
Eine N-Düngung zur Saat soll unterbleiben, um die Knöllchenbildung nicht zu beeinträchtigen. Stellt man bei einer Kontrolle im Juni fest, dass an den Wurzeln keine Knöllchen gebildet wurden, kann mit mindestens 80 kg N/ha der Verlust an Ertrag und Rohprotein verringert werden. Jedoch ist mit Reifeverzögerung zu rechnen.

### 3.5 Bewässerung

Besonders in der Zeit von Blüte bis Ende Kornfüllung reagiert die Sojabohne auf Wassermangel mit Ertragsausfall. In Gebieten mit geringen Niederschlägen oder auf Böden mit schlechtem Wasserhaltevermögen können Zusatzwassergaben rentabel sein. Folgende Hinweise sind zu beachten:

- Beginn der Beregnung zur Blüte
- Zusatzwasser nicht zu grob in den Bestand fallen lassen (um keine Blüten abzuschlagen)
- Temperatur des Beregnungswassers beachten - auf Temperaturen unter 8 °C reagieren Sojapflanzen mit Abwurf von Blüten
- Einzelgaben maximal 30 mm (wegen Lagergefahr)
- Nicht zu viele Einzelgaben (Krankheiten!)
- Ende der Beregnung, wenn die ersten Hülsen reif sind

### 3.6 Mechanische Pflege

In ökologisch wirtschaftenden Betrieben ist die mechanische Pflege aufgrund der mangelnden Konkurrenzkraft der Sojabohne gegenüber Unkräutern unerlässlich. Prinzipiell sind Striegel und Hacke einsetzbar. Der Striegel hat den Vorteil, dass er auch die Unkräuter in der Sojareihe erfasst. Günstige Einsatztermine des Striegels:

- vor Auflauf (4 Tage nach der Saat) und
- nach Entfaltung des ersten gefiederten Laubblattes.

Im Keim- und Primärblattstadium sind die Pflanzen sehr empfindlich und sollten nicht gestriegelt werden.

Soll zur Unkrautbekämpfung die Hacke zum Einsatz kommen, ist schon bei der Aussaat ein größerer Reihenabstand zu wählen. Zwischen Auflauf und Reihenschluss sind zwei bis drei Hackdurchgänge erforderlich.

Bei der mechanischen Pflege muss man darauf achten, dass die Sojapflanzen nicht angehäufelt werden. Dies würde bei dem ohnehin schon sehr niedrigen Ansatz der unteren Hülsen zu höheren Verlusten bei der Ernte führen.

Auch in konventionell wirtschaftenden Betrieben kann mechanische Pflege nach verpasstem oder wenig wirksamem Herbizideinsatz erforderlich werden.

### **3.7 Pflanzenschutz**

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) gilt es aus Umwelt- und Kostengründen auf das notwendige Maß zu begrenzen. Dies setzt die Nutzung von Bekämpfungsrichtwerten, eine angepasste PSM-Auswahl sowie einen aktuellen Wissensstand des Anwenders voraus. Bei der Ausbringung der PSM ist es wichtig, die zulassungsbedingten Auflagen (z. B. Abstandsaufgaben) einzuhalten und die Applikation mit geprüfter Spritztechnik vorzunehmen. Anleitung hierfür geben z. B. auch der wöchentliche „Pflanzenschutz-Warndienst“ der TLL und die jährlich erscheinende Broschüre „Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland“ der Pflanzenschutzdienste der Länder Berlin, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. In jedem Falle sind die Gebrauchsanleitungen der Pflanzenschutzmittelhersteller zu beachten.

#### **3.7.1 Unkrautbekämpfung**

Unter den klimatischen Anbaubedingungen Thüringens hat Soja wie der Mais eine langsame Jugendentwicklung. In dieser Wachstumsphase reagiert diese wärmeliebende Kurztagspflanze sehr empfindlich auf Unkrautkonkurrenz im Bestand. Soja neigt leicht zur Spätverunkrautung, die eine Beerntung stark erschweren und zu hohen Ertragsausfällen führen kann. Wichtige Leitunkräuter sind Weißer Gänsefuß, Melde, Kamille- und Knötericharten, Klettenlabkraut, aber auch wärmeliebende Unkräuter wie Schwarzer Nachtschatten, Franzosenkraut oder Amarant. In Betrieben mit einem hohen Rapsanteil in der Fruchtfolge kann Ausfallraps zum Problem werden. Regional begrenzt sind auch Hirsen Bestandteil der Unkrautgesellschaften. An weiteren Ungräsern treten Quecken, Rispensarten, Flughafer und Ausfallgetreide auf.

Zur Ungrasbekämpfung in Sojabohnen zugelassen sind Fusilade Max mit 1,0 bzw. 2,0 l/ha und der Focus Aktiv-Pack mit 2,5 l/ha Focus Ultra + 2,5 l/ha Dash (bzw. 5,0 + 5,0 l/ha). Die höheren Aufwandmengen gelten ausschließlich zur Niederhaltung der Gemeinen Quecke. Eine effektive Queckenbekämpfung ist besser nach der Ernte der Vorfrucht mit Glyphosat-Produkten vorzunehmen.

Die Flächen sollten keine Verunkrautung durch Ackerkratzdistel und Ackerwinde aufweisen, da eine chemische Bekämpfung mit den zugelassenen Präparaten nicht möglich ist.

Nach der Aussaat bei Bodentemperaturen ab 10 °C (Ende April/Anfang Mai) hat unbedingt eine chemische Unkrautbekämpfung, möglichst im Voraufbau zu erfolgen. Vor allem Weißer Gänsefuß lässt sich nur durch eine frühzeitige Applikation im Voraufbau sicher bekämpfen. Mittlerweile steht dafür eine Reihe von Herbiziden wie Artist (2,0 l/ha), Centium 36 CS (0,25 l/ha), Sencor WG (0,3 - 0,4 kg/ha), Spectrum (0,8 - 1,4 l/ha) und Stomp Aqua (2,6 l/ha) zur Verfügung (Tab. 3). Bei Minderwirkungen (z. B. Bodentrockenheit) und starkem Auftreten von Ausfallraps kann eine Behandlung im Nachaufbau mit Basagran (2,0 l/ha) oder Harmony SX in der zweimaligen Spritzfolge mit jeweils 7,5 g/ha bis BBCH 14 erfolgen. In Auswertung Thüringer Versuche können folgende Varianten zur Bekämpfung dikotyler Unkräuter empfohlen werden:

**Tabelle 3:** Empfehlenswerte Herbizidvarianten in Sojabohnen - Auswahl (Stand: 04/2014)

Leitunkräuter	Herbizidvarianten	Termin	Aufwandmenge kg, l/ha	Kosten €/ha
W. Gänsefuß, Winden- und Vogelknöterich, Erdrauch, Schwarzer Nachtschatten, Hirtentäschel	Centium 36 CS <sup>1)</sup> + Stomp Aqua	VA	0,25 + 2,2	82
	Stomp Aqua	VA	2,0	75
	Basagran	NA	1,0	
	Sencor WG + Spectrum	VA	0,3 + 1,0	83
	Basagran + Harmony SX <sup>2)</sup>	NA	0,75 + 7,5 g	
	Sencor WG	VA	0,4	57
	Basagran + Harmony SX <sup>2)</sup>	NA	0,75 + 7,5 g	

<sup>1)</sup> nicht in Beständen zur Saatgutgewinnung

<sup>2)</sup> in Tankmischung mit 0,3 l/ha Trend (Formulierungshilfsstoff)

In Sojabohnen ist die Verträglichkeit der Herbizidbehandlung zu beachten. Der im Stomp Aqua enthaltene Wirkstoff Pendimethalin kann durch Auswaschung nach Starkniederschlägen in den Wurzelbereich der Soja gelangen und zu Ausdünnungen und Pflanzenverlusten führen. Metribuzin, das in Artist und Sencor WG enthalten ist, weist eine unterschiedliche Sortenverträglichkeit auf. Die in Thüringen bevorzugt angebaute Sorte *Merlin* zeigt eine geringe Empfindlichkeit gegenüber Metribuzin.

### 3.7.2 Bekämpfung von Pilzkrankheiten

In Thüringen haben Krankheiten in Sojabohnen noch keine größere Bedeutung. Unter ungünstigen Bedingungen können jedoch **bodenbürtige Pilze**, wie z. B. *Pythium*, *Fusarium*- oder *Rhizoctonia*-Arten Ursache für ein schlechtes Auflaufen der Bestände sein. Derzeit sind in Soja keine Beizmittel zur Vorbeugung gegen Auflauf- und Fußkrankheiten zugelassen. Bisher auffällig gewordene Blattverbräunungen wurden als nicht parasitäre Blattflecken diagnostiziert. Soja ist jedoch eine Wirtspflanze für **Sclerotinia** (*Sclerotinia sclerotiorum*). Bei Befall bildet sich ein weißlicher Pilzrasen auf Stängel und Hülsen, später auch schwarze Sklerotien. Die Pflanzen vertrocknen und sterben ab. Bei einer hohen Anbaukonzentration von Raps und Sonnenblumen steigt mit dem Anbau von Soja das Gefährdungspotenzial durch Sclerotinia. Anbaupausen zwischen den Wirtspflanzen sind unbedingt einzuhalten. Bei feucht-warmer Witterung kann es zu Befall mit **Falschem Mehltau** (*Pero-*nospora manshurica**) kommen. Dabei bilden sich gelbe Flecken auf den Blättern, die später in braune, eckige Flecken übergehen. An der Blattunterseite ist grauer Pilzrasen zu finden. Kühle Witterung und starke Regenfälle begünstigen den Befall mit **Bakterienbrand** (*Pseudomonas glycinca*). In diesem Fall treten nekrotische Flecken mit farblosem Rand und blattunterseits glänzende Flecken auf.

Bei Fungiziden in Sojabohnen liegt derzeit keine Zulassung vor. Es sollte grundsätzlich gesundes Saatgut verwendet werden. Flächen mit Staunässe bzw. hohem Grundwasserstand sind für den Anbau zu meiden. Eine sorgfältige Einarbeitung der Ernterückstände wird empfohlen. Eine Anbaupause zu anderen Sclerotinia-Wirtspflanzen von vier Jahren ist einzuhalten.

### 3.7.3 Bekämpfung tierischer Schaderreger

In Sojabohnen treten die **Blattläuse** als bedeutsamste Schaderreger auf. Insbesondere die Erbsenblattlaus und Schwarze Bohnenlaus saugen an den Triebspitzen und jungen Blättern, später auch an den Blüten und Hülsen. Gelegentlich können die Larven des **Distelfalters** (*Vanessa cardui*) er-

hebliche Schäden durch den Fraß an den Blättern verursachen. Bei starkem Befall (ca. 8 bis 10 Larven/m Drillreihe) empfiehlt sich eine chemische Bekämpfung. In Sojabohne ist nur Karate Zeon mit 75 ml/ha zur Bekämpfung saugender und beißender Insekten (maximal 2 x in jeder Indikation und max. 2 x je Kultur bzw. Jahr) genehmigt.

### **3.8 Ernte**

Die Reife der Sojabohnen beginnt mit Gelbverfärbung und Blattfall. Wenige Tage nach dem vollständigen Blattfall, wenn die Samen in den inzwischen braunen Hülsen frei liegen und beim Schütteln klappern, ist der Erntezeitpunkt erreicht. Mit einer Kornprobe lässt sich dies überprüfen, die Bohnen sind mit dem Fingernagel nur schwer einzuritzen. Die Kornfeuchte liegt bei optimalen Verhältnissen unter 14 bis 16 %. Bei später Reife und verzögerter Ernte kann bereits bei 20 bis 25 % gedroschen und schonend auf 10 bis 12 % Wassergehalt heruntergetrocknet werden, um die Lagerfähigkeit zu gewährleisten.

Das Ertragsniveau ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Sortenwahl (Reifezeit, Lagerneigung, genetisch bedingte jährliche Ertragsschwankungen)
- Erfolg der Beimpfung
- Standort (Bodengüte, Bodenzustand, Unkrautbesatz, Verluste durch aufliegende Steine)
- Witterung (Wärmesumme, Niederschlagsaufkommen)
- Erntebedingungen (Feuchtigkeit der Körner, Einstellung des Mähdreschers - Schneidwerk, Trommeldrehzahl ..., Motivation des Drescherfahrers)

Die Erträge können auf geeigneten Standorten, wie im Erfurter Becken oder dem Altenburger Land bei 25 dt/ha und mehr liegen. In ungünstigen Jahren und unter weniger guten Standortbedingungen sind auch Erträge im einstelligen Bereich möglich.

In der Versuchsstation Dornburg der TLL wurden in Sortenversuchen seit 1995 Parzellenerträge im Durchschnitt von 27,4 dt/ha erzielt. Während im Jahr 2010 der mit lediglich 9,1 dt/ha geringste Ertrag erreicht wurde, lag der Höchstertrag einer Sorte 2002 bei 38,8 dt/ha (bei 86 % TS).

### **3.9 Nachbehandlung, Aufbereitung und Vermarktung des Erntegutes**

#### **3.9.1 Lebensmittel**

Für die Verarbeitung zu Lebensmitteln werden an die Sojabohnen besondere Anforderungen gestellt. Zum Beispiel sind für die Tofuherstellung 42 bis 45 % Rohprotein in der Trockensubstanz bei einer Löslichkeit von > 90 % erforderlich. Für eine hohe Ausbeute und gute Struktur des Tofu sind nur wenige Sorten geeignet. Die Sorten und Anforderungen an das Erntegut (GVO-Freiheit, Besatz mit Steinen, Unkrautsamen oder Verschmutzung der Körner) werden in der Regel vertraglich festgelegt.

#### **3.9.2 Futtermittel**

Insbesondere für Öko-Betriebe bzw. für Erzeuger von GVO-freien, tierischen Produkten stellen einheimische Sojafuttermittel aus Sicht der Proteinversorgung eine Alternative zu Sojaextraktionschrot aus Übersee dar. Für den Einsatz in der Nutztierfütterung eignen sich grundsätzlich vollfette Sojabohnen oder Verarbeitungsprodukte, wie Sojapresskuchen. Tabelle 4 gibt einen Überblick über den Futterwert verschiedener Sojaprodukte.

**Tabelle 4:** Futterwert von Sojaprodukten<sup>1)</sup>

	Einheit	Sojabohne (behandelt) <sup>2)</sup>	Sojakuchen	SES (44 %)
Trockenmasse	% der FM	93,5	89,0	88,0
Rohfett	% der TM	20,3	9,2	1,40
Rohprotein (XP)	% der TM	40,0	44,9	50,0
<b>Futterwert Rind</b>				
ME	MJ/kg TM	15,9	14,1	13,8
NEL	MJ/kg TM	9,9	8,7	8,6
nXP	g/kg TM	198	223	291
UDP	% des XP	20	20	30
RNB	g/kg TM	32	36	34
<b>Futterwert Schwein</b>				
ME	MJ/kg TM	17,8	15,7	14,9
pcv Lysin	g/kg TM	20,3	22,2	25,9
<b>Futterwert Geflügel</b>				
ME	MJ/kg TM	14,0	12,6	10,6

<sup>1)</sup> Quelle: Gruber Tabelle Schweine bzw. Milchkühe (2011)

<sup>2)</sup> thermische Behandlung

## Rinderfütterung

Grundsätzlich ist eine thermische Aufbereitung von Sojabohnen bzw. -kuchen im Bereich der Rinderfütterung nicht zwingend notwendig, da die antinutritiven Inhaltsstoffe weitgehend im Pansen inaktiviert werden.

Insbesondere bei einem Einsatz für Milchkühe im hohen Leistungsbereich ist eine thermische Behandlung aus Sicht der Proteinversorgung jedoch empfehlenswert, da dadurch eine Erhöhung des Anteils an pansenbeständigem Durchflussprotein (UDP) erreicht werden kann. Auf diese Weise ist eine Verbesserung der Versorgung mit nutzbarem Rohprotein (nXP) am Dünndarm möglich, die bei hohen Milchleistungen oft begrenzend wirkt.

Beim Einsatz von vollfetten Sojabohnen ist darauf zu achten, dass der Fettgehalt in der Gesamtration 5 % der TM nicht wesentlich übersteigt. Diese Gefahr würde bestehen, wenn neben Sojabohnen weitere fettreiche Futtermittel, wie beispielsweise Rapskuchen, zum Einsatz kämen.

## Schweine- und Geflügelfütterung

Schwieriger gestaltet sich der Einsatz von Sojabohnen bzw. von kaltgepresstem Sojakuchen in der Schweine- bzw. Geflügelfütterung. Eine thermische Aufbereitung ist zur Inaktivierung der enthaltenen Trypsininhibitoren (sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe) erforderlich, da diese ansonsten die Proteinverdaulichkeit des Futters deutlich vermindern. Zur Anwendung kommen unterschiedliche Aufbereitungsverfahren, die meist auf der Nutzung hoher Temperaturen basieren (z. B. Rösten, Toasten, Extrudieren). Bei der Planung von Rationen sollte vorab eine Probe der betreffenden Sojacharge im Futtermittellabor untersucht werden, da zwischen den Sorten teils erhebliche Unterschiede im Protein-, Lysin- sowie Fettgehalt bestehen.

Beim Einsatz von Sojafuttermitteln dürfen bei den einzelnen Tierarten die in Tabelle 5 dargestellten Obergrenzen nicht überschritten werden.



**Tabelle 5:** Empfohlene Einsatzobergrenzen für Sojaprodukte  
(kg-Angaben/Tier und Tag; %-Anteil im Kraft- bzw. Mischfutter)<sup>1)</sup>

	<b>Sojabohne</b> (behandelt) <sup>2)</sup>	<b>Sojakuchen</b>
<b>Rinder</b>		
Milchkühe (kg)	2,5	4
Mastrinder (kg)	1,5	2
Aufzuchtrinder/Fresser (%)	15	10
<b>Schweine</b>		
Sauen tragend (%)	5	10
Sauen säugend (%)	20	20
Absetzferkel (%)	8	12
Mastschweine 30 bis 70 kg (%)	15	20
Mastschweine ab 70 kg (%)	10	15
<b>Geflügel</b>		
Legehennen (%)	15	20
Masthähnchen (%)	15	25

<sup>1)</sup> Quelle: modifiziert nach BELLOF (2013)

<sup>2)</sup> thermische Behandlung

Bei geringer Druschwürdigkeit durch ungünstige Witterungsbedingungen können Sojabohnen auch als Ganzpflanze für Wiederkäuer siliert werden. Im Stadium beginnender Samenreife enthalten die Pflanzen etwa 5,5 MJ NEL/kg TM und 10 bis 12 % Rohprotein in der TM. Um die Gefahr von Fehlgärungen zu vermindern, sollten TM-Gehalte von mindestens 30 % angestrebt werden. Außerdem ist der Einsatz eines chemischen Siliermittels dringend zu empfehlen.

## 4 Verfahrensbewertung

### 4.1 Verfahrensökonomie

Als Grundlage für die betriebswirtschaftliche Bewertung dienen die im Abschnitt 3 beschriebenen Aufwendungen, die im Bedarfsfall nach „Guter fachlicher Praxis“ ertragsabhängig gestaltet sind. Dabei finden sowohl die Verwertungsvarianten

- Verkauf zur Ernte;
- Verwendung als betriebseigenes Kraftfutter als auch drei Ertragsstufen 20 dt/ha, 28 dt/ha, 33 dt/ha

Beachtung.

Die Erzeugerpreise zur Ernte werden nach Händlerbefragungen mit 90 % des mehrjährigen Durchschnittswertes von Sojaextraktionsschrot (2009 bis 2013) nach Angaben der AMI für Thüringen mit rd. 34 €/dt Sojabohnen angesetzt.

Die niedrige Ertragsstufe entspricht einem Schätzwert für Ackerbaukreise (KYF, UH, SÖM, GTH, AP, ABG) der sich als Produkt ihrer fünfjährigen Ackerbohnens- und Körnererbsenerträge mit einem Faktor versteht. Dieser Faktor stellt das Ertragsverhältnis von Sojabohnen zu den konventionellen Leguminosen dar, welches in mehrjährigen Landessortenversuchen am Standort Dornburg ermittelt wurde. Das mittlere Ertragsniveau repräsentiert den fünfjährigen Durchschnitt eines führenden Referenzbetriebes, während das hohe als anspruchsvolle Zielstellung auf den besten Standorten anzusehen ist.

Die Direkt- und Arbeitserledigungskosten ergeben sich jeweils aus den durchschnittlichen Mittel- bzw. Maschinenkosten je Hektar der einzelnen Maßnahmen und dem Flächenanteil auf dem diese durchgeführt werden.

In die Kalkulation der variablen Maschinenkosten, des Arbeitszeitbedarfes und der AfA fließen Ergebnisse des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) und eigene Erfahrungen ein.

Ihre Darstellung erfolgt im Kostenblock für die Arbeitserledigung untersetzt mit den Positionen Personal, Betriebsstoffe, Unterhaltung und AfA für Maschinen sowie Lohnarbeit. Die Aufwendungen liegen zwischen rd. 400 €/ha bei 20 dt/ha und rd. 415 €/ha bei 33 dt/ha (Tab. 6).

**Tabelle 6:** Richtwerte für Leistungen und Kosten der Sojabohnenproduktion bei drei Ertragsstufen mit Erzeugerpreis zur Ernte (abgeleitet aus Preis Sojaextraktionsschrot 2009 bis 2013)

Position					ME	Ertragsniveau (dt/ha)		
						20	28	33
Leistungen	Marktware	Absatz			€/dt	34,0	34,0	34,0
					dt/ha	20,0	28,0	33,0
					€/ha	680	952	1122
	Summe Umsatz				dt/ha	20,0	28,0	33,0
					€/ha	680	952	1122
Direktkosten	Saatgut				€/ha	136	136	136
	Düngemittel				€/ha	43	60	70
	Pflanzenschutzmittel				€/ha	65	65	65
	Aufbereitung und Sonstiges				€/ha	27	37	44
	Summe				€/ha	270	298	315
Arbeitserledi- gungskosten	Unterhaltung Maschinen				€/ha	66	67	67
	Kraft- u. Schmierstoffe				l/ha	67	69	70
	Kraft- u. Schmierstoffe		€/l	0,95	€/ha	64	66	67
	Maschinenvermögen				€/ha	1571	1592	1605
	Schlepperleistungsbesatz				kW/ha	0,33	0,35	0,36
	AfA Maschinen				€/ha	143	144	145
	Arbeitszeitbedarf termingebunden				AKh/ha	3,9	4,0	4,1
	Arbeitszeitbedarf nicht termingebunden				AKh/ha	2,0	2,1	2,1
	Personalkosten	9,84€/h	Nebenk.	50%	€/ha	87	90	92
	Lohnarbeit				€/ha	0	0	0
	Summe				€/ha	359	367	371
	Leitung u. Verw. (Personalk.)	Anteil an Produktion			45%	€/ha	39	41
Arbeitserl. incl. L+V	Summe				€/ha	398	407	413
Kosten für Zahlungsansprüche								
Gebäudekosten	Vermögen				€/ha	0	0	0
	Unterhaltung				€/ha	0	0	0
	AfA				€/ha	0	0	0
	Summe				€/ha	0	0	0
Flächenkosten	Pacht			€/BP	BP	45	55	55
				3,3	€/ha	149	182	182
Sonstige Kosten	Berufsgenossenschaft				€/ha	10	10	10
	sonstiger allg. Betriebsaufwand				€/ha	60	60	60
	Summe				€/ha	70	70	70
Summe Kosten					€/ha	887	957	980
Beitrag zum prämienfreien Betriebsergebnis					€/ha	-207	-5	142
Flächenzahlungen				0% Modulation	€/ha	270	270	270
Beitrag z.Betriebserg.incl. Flächenzahlungen					€/ha	63	265	412
Beitrag zum Betriebseinkommen					€/ha	337	577	727
Beitrag zum Cash flow I					€/ha	205	409	558
Kapitalbindung		50% Sachanl.	60% var.Ko.+Pers.		€/ha	1101	1132	1152
Zinsansatz			3,5%		€/ha	39	40	40
Beitrag z.Betriebserg.incl. Flächenzahl. u. Zinsansatz					€/ha	24	226	372
Deckungsbeitrag prämienfrei					€/ha	280	522	673
Vorfruchtwert					€/ha	75	75	75

Damit übertreffen diese deutlich die Direktkosten (Saatgut, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel und Aufbereitung). Von den Direktkosten fällt das Saatgut besonders ins Gewicht. Im Gegensatz zu den konventionellen Körnerleguminosen muss hier 100 % geimpftes relativ teures Z-Saatgut zugekauft werden. Die Düngemittel reduzieren sich auf den Aufwand an Grunddünger, der im Sinne der langfristigen Ertragssicherung in Höhe des Kornentzuges in Ansatz gebracht wird. Die im Vergleich zu Ackerbohnen und Körnererbsen geringeren Aufwendungen für PSM lassen sich durch den schwächeren Schaderregerdruck und die noch stärker begrenzte Auswahl an zugelassenen Mitteln erklären.

Mit dem optimistisch am Referenzbetrieb orientierten Ansatz für die Trocknungskosten ist nur unter günstigen Herbstwitterungsbedingungen und bei hoher Schlagkraft zu rechnen.

Solange der Anbauumfang eine Tagesleistung beim Mähdrusch nicht überschreitet, kann der Erntetermin so gelegt werden, dass i. d. R. auch Anfang Oktober relativ trockene Ware eingebracht wird.

Infolge des bisherigen Kosten- sowie Zeitdruckes in der Arbeitserledigung, wobei ersterer sich durch die permanenten Preiserhöhungen für Kraftstoffe aber auch für die Anschaffung und Instandhaltung von Maschinen und Geräten ständig weiter erhöht, müssen alle Einsparmöglichkeiten vor allem durch die Anwendung rationeller Bodenbearbeitungsverfahren maximal ausgeschöpft werden. Wegen des hohen Anspruches der Sojabohnen an die mechanische Unkrautbekämpfung erfolgt die Bestellung jedoch überwiegend nach Herbstfurche.

Die ausgewählten Schlüsselmaschinen der gehobenen Leistungsklasse (u. a. 140 kW Schlepper für die Bodenbearbeitung und 175 kW Mähdrescher mit 6 m Schneidwerk) ermöglichen auf Schlägen mittlerer Größe (20 ha) ein rationelles Arbeitsverfahren. In Folge des relativ extensiven Produktionsverfahrens beträgt der technologisch gebundene Arbeitszeitbedarf bei Vermarktung zur Ernte nur rd. 4 AKh/ha. Bei 1 800 h produktiv verfügbarer Arbeitszeit im Jahr wären damit von einer Arbeitskraft 450 ha zu bewirtschaften, wenn sich durch extreme Arbeitszeitverschiebung alle Arbeitsspitzen brechen ließen. Die durch die Umsetzung der Arbeitsgangfolge in den Jahres- und Betriebsablauf objektiv entstehenden Vorhaltekosten für die Arbeitskräfte sind in angemessenem Umfang vom Endprodukt zu tragen.

Die Personalkosten enthalten dafür einen Zuschlag von 50 % (rd. 2 AKh/ha) für nicht termingerebundene Arbeiten und sind somit nach bisherigen Erfahrungen eher knapp angesetzt. Dagegen erscheinen die Abschreibungen von rd. 145 €/ha im Praxisvergleich relativ hoch, weil der komplette Maschinenbesatz mit Wiederbeschaffungspreisen berechnet wurde. Maßgeblichen Anteil an der Höhe des Betrages haben Mähdrescher (Neuwert 520 €/ha) sowie Schlepper (0,33 bis 0,36 kW/ha).

Der Beitrag zum Betriebsergebnis erhöht sich mit zunehmendem Ertrag bzw. Markterlös durch den sinkenden Anteil der Festkosten und des Teiles relativ ertragsunabhängiger Spezialkosten (Saatgut, Herbizide, variable Maschinenkosten für die Feldproduktion).

Sojabohnen leisten mit einem Erzeugerpreis von 34 €/dt bei mittleren Erträgen (20 dt/ha) keinen positiven Beitrag zum prämienfreien Betriebsergebnis (Tab. 6). Hier fehlen rd. 210 €/ha zur Kostendeckung. Nur mit Berücksichtigung der Betriebsprämie ergibt sich bei den Sojabohnen mit mittleren Erträgen sowie den abgeleiteten Erzeugerpreisen (Mittelwerte 2009 bis 2013) ein moderater Beitrag zum Betriebsergebnis von rd. 65 €/ha.

Dazu kommt jedoch der Vorfruchtwert der Stickstoff sammelnden Marktfrucht. Er wird nachfolgend aus den Leistungen und Kosten von typischen Fruchtfolgegliedern mit Sojabohnen im Vergleich zur Referenzsituation ohne Leguminosen (Stoppelweizen) abgeleitet (Tab. 7).

**Tabelle 7:** Vorfruchtwert von Sojabohnen (Ergebnisdifferenz von Fruchtfolgegliedern) (ME: €/ha)

Fruchtfolgeglieder mit Soja			Fruchtfolgeglieder ohne Soja		Differenz
Glied	Art	Gewinnbeitrag	Art	Gewinnbeitrag	
1	Sojabohnen	63	WW (n. WW)	201	
2	WW (n. Soja)	512	SG	300	
<b>Summe</b>		<b>575</b>		<b>501</b>	<b>rd. 75</b>

In Ergänzung zu der in der Literatur beschriebenen Mehrleistung und Kosteneinsparung bei den Nachfrüchten von Körnerleguminosen im Vergleich zur Getreidevorfrucht findet hier die Eigenleistung der Sojabohne genauso wie die der Alternativkultur Stoppelweizen Beachtung. Unter Berücksichtigung des Vorfruchtwertes verbessern Sojabohnen mit mittlerem Ertragsniveau ihren Beitrag zum Betriebsergebnis von rd. 65 €/ha auf 140 €/ha und verlassen damit die hinteren Plätze unter den Druschfrüchten.

Die kostengünstige alternative Verwertungsvariante - Einsatz von unbehandelten Sojabohnen als betriebseigenes Kraftfutter verursacht Lagerhaltungs- und Schrotkosten (1,50 €/dt). Bei Fütterung solcher Bohnen an Milchvieh und Mastrinder ergibt sich ein Substitutionswert nach Abzug Schrotten von 28,80 €/dt (mit Alternativfuttermittelpreisen von 37,30 €/dt Sojaextraktionsschrot (Mittelwert 2009 bis 2013) und von 17,20 €/dt Futterweizen (Mittelwert 2009 bis 2013). Wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben, ist der Einsatz unbehandelter Bohnen jedoch in Futterrationen von Hochleistungskühen nicht zu empfehlen.

Bei vorzugsweiser Verwendung von thermisch behandelten Sojabohnen in der Schweinefütterung ist mit einem wesentlich höheren Substitutionswert zu rechnen. Diesem stehen jedoch erhebliche Mehraufwendungen für das Rösten bzw. Toasten einschließlich Kosten aus Masseverlusten gegenüber. Für die Feldproduktion reduziert sich dadurch der Erlös bei mittlerem Ertrag um mehr als 100 €/ha (Tab. 8).

**Tabelle 8:** Substitutionswert und Wirtschaftlichkeit von Sojabohnen bei mittlerem Ertrag

Position	ME	Schweine- fütterung	Milchvieh- fütterung
Kornertrag	dt/ha	20	20
Thermische Behandlung	-	ja	ohne
Substitutionswert	€/dt	36,2	30,3
Kosten für externes Rösten	€/dt	-6,5	
Transportkosten zum Rösten (150 km)	€/dt	-2,5	
Schroten	€/dt	-1,5	-1,5
Nettowert	€/dt	25,7	28,8
Verluste bei thermischer Behandlung	%	10	
Nettortrag	dt/ha	18	20
Leistung	€/ha	<b>463</b>	<b>576</b>
Kosten Feldproduktion einschließlich Lagerung	€/ha	903	903
Beitrag zum Betriebsergebnis ohne Prämie	€/ha	-440	-327
Beitrag zum Betriebsergebnis mit 270 €/ha Prämie	€/ha	<b>-170</b>	<b>-57</b>